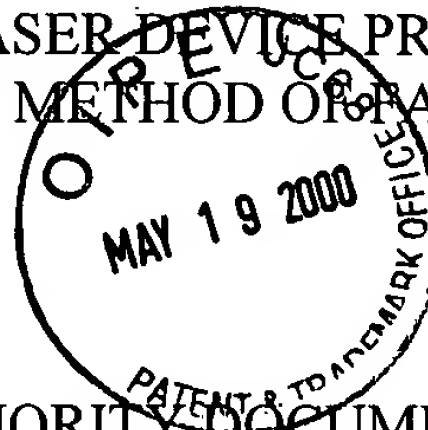


#5 Priority  
Paper  
T. Feaster  
7/12/00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Mitsuru NISHITSUKA et al.      Art Unit : Unknown  
Serial No. : 09/516,731      Examiner : Unknown  
Filed : March 1, 2000  
Title : SEMICONDUCTOR LASER DEVICE PROVIDING LASER LIGHT OF TWO  
WAVELENGTHS AND METHOD OF FABRICATING THE SAME

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231



TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 USC §119 from Japanese Application No. 11-056101, filed March 3, 1999. A certified copy of the application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges or credits to Deposit Account No. 06-1050.

Respectfully submitted,

Date: May 19, 2000

William D. Hare  
William D. Hare  
Reg. No. 44,739

Fish & Richardson P.C.  
601 Thirteenth Street, NW  
Washington, DC 20005  
Telephone: (202) 783-5070  
Facsimile: (202) 783-2331

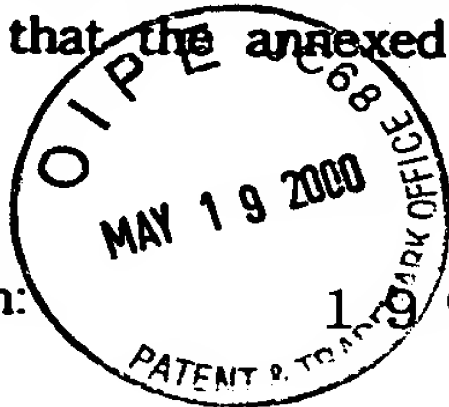
日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:



1999年 3月 3日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第056101号

出願人

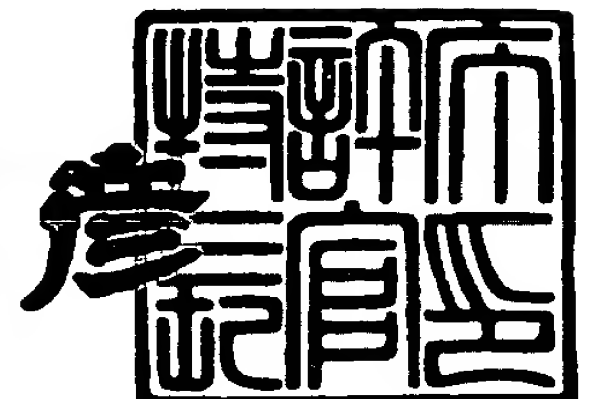
Applicant (s):

パイオニア株式会社

2000年 1月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3000423

【書類名】 特許願

【整理番号】 PPN98101

【提出日】 平成11年 3月 3日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00  
H01S 3/038  
H01S 3/101

【発明の名称】 2 波長半導体レーザ素子及びその製造方法

【請求項の数】 10

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 西塚 満

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 太田 啓之

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 竹間 清文

【特許出願人】

    【識別番号】 000005016

    【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100079119

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 2 波長半導体レーザ素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも n 型半導体層、活性層、 p 型半導体層の順に積層された多層構造体と、 p 側電極及び n 側電極と、を有するリッジ型構造を有する第 1 及び第 2 レーザ部を含む半導体レーザ素子であって、前記第 1 レーザ部の p 側電極及び n 側電極がそれぞれ前記第 2 レーザ部の n 側電極及び p 側電極と電氣的に接続されていることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項 2】 前記第 1 レーザ部の p 側電極及び n 側電極がそれぞれ前記第 2 レーザ部の n 側電極及び p 側電極と接続層を介して電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 3】 前記第 1 及び第 2 レーザ部は、絶縁層を間に挟み対向して配置されていることを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 4】 前記接続層の少なくとも一方が、ショットキーバリアを有することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 5】 前記第 1 及び第 2 レーザ部の少なくとも一方は、前記 p 側電極と前記 p 型半導体層との間にショットキーバリアを有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のうちの 1 つの半導体レーザ素子。

【請求項 6】 前記第 1 及び第 2 レーザ部の少なくとも一方は、窒化ガリウム (GaN) 系半導体を積層させた半導体レーザであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 記載のうちの 1 つの半導体レーザ。

【請求項 7】 基板上に少なくとも n 型半導体層、活性層、 p 型半導体層を積層した多層構造体を形成するステップと、前記多層構造体の頂部から一部を除去して前記 n 型半導体層を露出するようにストライプ状のリッジを形成するステップと、前記リッジの頂部及び谷部にそれぞれ第 1 及び第 2 電極を形成するステップと、からなるレーザアセンブリを形成するステップと、

前記レーザアセンブリを形成するステップを繰り返して第 1 及び第 2 の 2 つのレーザアセンブリを用意するステップと、

前記第 1 レーザアセンブリの前記第 1 電極及び前記第 2 電極を融着材を間に介

して前記第 2 レーザアセンブリのそれぞれ前記第 2 電極及び前記第 1 電極に対向させて位置合わせをするステップと、

前記第 1 及び第 2 のレーザアセンブリを密着せしめ、前記融着材を溶解させて第 1 及び第 2 のレーザアセンブリを融着せしめるステップと、

前記第 1 及び第 2 のレーザアセンブリから前記基板のうち少なくとも絶縁性の基板を除去するステップと、

前記第 1 及び第 2 のレーザアセンブリの前記 n 型半導体層の底部に電極を形成するステップと、からなることを特徴とする半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 8】 前記位置合わせをするステップは、前記第 1 レーザアセンブリの前記第 1 電極若しくは前記第 2 レーザアセンブリの前記第 2 電極の少なくともいずれか一方の上に融着材料を供給するステップと、前記第 1 レーザアセンブリの前記第 2 電極若しくは前記第 2 レーザアセンブリの前記第 1 電極の少なくともいずれか一方の上に融着材料を供給するステップと、を含むことを特徴とする請求項 7 記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 9】 前記第 1 及び第 2 レーザアセンブリの少なくとも一方は窒化ガリウム系レーザであることを特徴とする請求項 8 記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【請求項 10】 前記基板は、サファイアからなり、前記基板を除去するステップは、前記基板の底部から 200～300nm の波長を有するレーザ光を照射するステップであることを特徴とする請求項 9 記載の半導体レーザ素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なる特性を有する 2 つのレーザ光を印加電圧の方向を切り替えることによって選択出射可能な半導体レーザ素子に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体レーザ素子は、CD や DVD プレーヤなどの光情報記録機器に広く採用

されている。そしてこの光ピックアップに用いられる半導体レーザ素子は、光情報記録機器の情報記録密度等の違いによって異なっている。例えばCDプレーヤでは波長780nmの赤外半導体レーザ素子が、DVDプレーヤでは波長650nmの赤色半導体レーザ素子が、また単位面積当たりの情報記録容量を上げた改良型DVDのHD-DVDプレーヤでは波長410nmの青色半導体レーザ素子が使用されている。

## 【0003】

図1に示すように、光ピックアップに用いられている従来のリッジ型半導体レーザ素子は、例えば、基板101の上にn型半導体層102、n型半導体クラッド層103、活性層104、p型半導体クラッド層105、p型半導体コンタクト層106を順次積層して、さらにp型電極107及びn型電極108をp型半導体コンタクト層106及びn型半導体層102上にそれぞれ形成した多層構造体からなっていた。該多層構造において、各層の材料及び厚さ等を適宜選択することで発振するレーザ波長等の発光特性を変化させることができる。例えば、半導体層にAlGaAs系の材料を選択すれば780nm近傍の赤外域の波長で、AlGaInP系であれば650nm近傍の波長で、GaN系であれば400nm近傍の波長で発振するのである。

## 【0004】

ところで、上記したような半導体レーザは、あらかじめ決められた単一の波長においてのみ発振するものである。そこで、例えば、CD及びDVDディスクのいずれであっても再生動作可能なコンパチブルプレーヤにおいては、以下のような再生機構が採用されてきた。すなわち、1) 光ディスクの種類に対応した半導体レーザ素子を有するピックアップを複数個、プレーヤ内部に具備し、これによって再生動作を行う、2) 波長の異なる半導体レーザ素子を1つのピックアップパッケージ内に複数個並べて載置し、光ディスク毎に発光させるレーザ素子を切り替えて再生動作を行う、といった方法である。

## 【0005】

しかしながら、1)の方法では、ピックアップごとに駆動機構を設ける必要があるため、装置が大型化し、また製造コストが上昇してしまうといった問題があった。また、2)の方法では、ピックアップの1つのレンズに複数のレーザ素子

からの光を結合させるためにレーザ素子の発光スポットの間隔を非常に狭く調整しなければならない。これには基板上に各レーザ素子を正確に位置決めする非常に煩雑な製造工程を含み、やはり製造コストを上昇させる原因となっていた。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで、基板上に単一の波長を発する半導体レーザ素子を複数個並べて載置するのではなく、単一の素子でありながら複数の波長のレーザ光を発することができる半導体レーザ素子が望まれた。また、波長だけでなく、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なるレーザ発光特性の光を単一の素子で得ることができる半導体レーザ素子が望まれた。そこで本発明は、上述のような異なる発光特性の2つのレーザ光を発生することができる半導体レーザ素子及びその製造方法を与えることを目的とする。

## 【 0 0 0 7 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による半導体レーザ素子は、少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層の順に積層された多層構造体と、p側電極及びn側電極と、を有するリッジ型構造を有する第1及び第2レーザ部を含む半導体レーザ素子であって、前記第1レーザ部のp側電極及びn側電極がそれぞれ前記第2レーザ部のn側電極及びp側電極と電氣的に接続されていることを特徴とする。

## 【 0 0 0 8 】

さらに、本発明によるレーザ半導体素子の製造方法であって、レーザアセンブリを形成するステップは、基板上に少なくともn型半導体層、活性層、p型半導体層を積層した多層構造体を形成するステップと、前記多層構造体の頂部から一部を除去して前記n型半導体層を露出するようにストライプ状のリッジを形成するステップと、前記リッジの頂部及び谷部にそれぞれ第1及び第2電極を形成してレーザアセンブリを形成するステップと、からなり、前記レーザアセンブリを形成するステップを繰り返して第1及び第2の2つのレーザアセンブリを用意し、前記第1レーザアセンブリの前記第1及び前記第2電極を前記第2レーザアセンブリのそれぞれ前記第2及び前記第1電極にその間に融着材を介して対向させ



て位置合わせをするステップと、前記第 1 及び第 2 のレーザアセンブリを密着せしめ、前記融着材を溶解させて第 1 及び第 2 のレーザアセンブリを融着せしめるステップと、前記第 1 及び第 2 のレーザアセンブリから前記基板のうち少なくとも絶縁性の基板を除去するステップと、前記第 1 及び第 2 のレーザアセンブリの前記 n 型半導体層の底部に電極を形成するステップと、からなることを特徴とする

## 【 0 0 0 9 】

## 【発明の実施の形態】

図 2 に示すように、本発明による半導体レーザ素子は、第 1 レーザ部と第 2 レーザ部とからなる。

第 1 レーザ部は、リッジ構造を有する窒化ガリウム (GaN) 系レーザであって、n 型 GaN 層 11 上に、n 型 AlGa<sub>N</sub> クラッド層 12、活性層 13、p 型 AlGa<sub>N</sub> クラッド層 14、p 型 GaN コンタクト層 15 が順次積層された多層構造体からなる。リッジ頂部のコンタクト層 15 及びリッジ谷部の n 型 GaN 層 11 の一部にそれぞれ窓 51、52 を形成して、それ以外の多層構造体の頂部をシリカ (SiO<sub>2</sub>) の如き絶縁層 16 が覆っている。さらに、窓 51 を介してニッケル (Ni) 電極層 31 がコンタクト層 15 上に、また、窓 52 を介してチタン-金 (Ti/Au) 電極層 32 が n 型 GaN 層 11 上に配されている。

## 【 0 0 1 0 】

第 2 レーザ部は、リッジ構造を有するアルミニウム-ガリウム-ヒ素 (AlGaAs) 系レーザであって、n 型 GaAs 基板 21 上に、n 型 AlGaAs クラッド層 22、活性層 23、p 型 AlGaAs クラッド層 24、p 型 GaAs コンタクト層 25 が順次積層された多層構造体からなる。リッジ谷部の n 型 GaAs 基板 21 及びリッジ頂部の p 型 GaAs コンタクト層 25 の一部にそれぞれ窓 53、54 を形成して、それ以外の多層構造体の頂部を SiO<sub>2</sub> の如き絶縁層 16 が覆っている。さらに、窓 53 を介して金-ゲルマニウム (Au-Ge) 合金電極層 33、窓 54 を介してクロム (Cr) 電極層 34 がそれぞれ n 型 GaAs 基板 21 及び p 型 GaAs コンタクト層 25 上に配されている。

## 【 0 0 1 1 】

そして、第 1 レーザ部の p 側電極及び n 側電極がそれぞれ前記第 2 レーザ部の n 側電極及び p 側電極と電氣的に接続されている。かかる接続は、各電極間に接

続層を挿入することによって素子の機械強度を保つことが出来て好ましい。第 1 レーザ部の Ni 電極層 31 と第 2 レーザ部の Au-Ge 合金電極層 33 は、金-錫 (Au-Sn) 合金層 35 によって接続されている。また、第 1 レーザ部の Ti/Au 電極層 32 と第 2 レーザ部の Cr 電極層 34 は、Au-Sn 合金層 35 によって接続されている。

## 【0012】

さらに、第 1 レーザ部の n 型 GaN 層 11 において絶縁層 16 の配された面と反対側の面には、Ti/Au 電極 60 が配されている。この電極はチタン-アルミニウム (Ti/Al) を材料としてもよい。同様に第 2 レーザ部の n 型 GaAs 基板 21 において絶縁層 16 の配された面と反対側の面には、Au-Ge 電極 61 が配されている。

以上の如き構成によって、図 3 の等価回路に示すように、第 1 レーザ部及び第 2 レーザ部は、それぞれ  $D_1$  及び  $D_2$  のダイオードを形成している。そして、この 2 つのダイオードは、互いの極性を逆向きにして結合した回路を構成している。故に、 $I_1$  方向に電流が流れるときは第 1 レーザ部が発光し、逆に矢印  $I_2$  方向に電流が流れるときは第 2 レーザ部が発光するのである。

## 【0013】

また、図 4 に示すように、第 1 レーザ部と第 2 レーザ部の間、例えば接続層に半導体-金属接合によるショットキーバリアをレーザの動作方向と順方向になるように形成して、pn ダイオードと比べて順方向電圧の小さいショットキーダイオード  $D_{\text{schott}}$  を含ませた構成であってもよい。この場合、半導体レーザ  $D_2$  の動作時に半導体レーザ  $D_1$  の逆耐圧が補償できて好ましいのである。ショットキーダイオードは、第 1 及び第 2 レーザ部を接続する 2 つの接続層のどちらか一方、若しくは双方に形成することが出来る。

## 【0014】

図 5 に示すように、本発明による他の半導体レーザは、ショットキーダイオードが半導体レーザ部に形成された半導体レーザ素子である。

第 1 レーザ部は、リッジ構造を有する窒化ガリウム (GaN) 系レーザであって、n 型 GaN 層 11 上に、n 型 AlGaIn クラッド層 12、n 型 AlGaIn ガイド層 17、活性層 13、p 型 AlGaIn ガイド層 18、p 型 AlGaIn クラッド層 14、p 型 GaN コンタクト層 15 が順次積層された多層構造体からなる。リッジ頂部のコンタクト層 15 及びリッジ谷部

の n 型 GaN 層 11 の一部にそれぞれ窓 51、52 を形成して、それ以外の多層構造体の頂部をシリカ ( $\text{SiO}_2$ ) の如き絶縁層 16 が覆っている。さらに、窓 51 を介してニッケル／金 (Ni/Au) 電極層 36 が p 型 GaN コンタクト層 15 上に、また、窓 52 を介して Ti/Au 電極層 32 が n 型 GaN 層 11 上に配されている。

## 【 0 0 1 5 】

第 2 レーザ部は、リッジ構造を有するアルミニウム-ガリウム-ヒ素 (AlGaAs) 系レーザであって、n 型 GaAs 基板 21 上に、n 型 AlGaAs クラッド層 22、n 型 AlGaAs ガイド層 26、活性層 23、p 型 AlGaAs ガイド層 27、p 型 AlGaAs クラッド層 24、p 型 GaAs コンタクト層 25 が順次積層された多層構造体からなる。p 型 GaAs コンタクト層 25 には、p 型不純物が  $10^{19} \sim 10^{20} \text{ 1/cc}$  程度の濃度で添加されている。また、コンタクト層 25 は、レーザ共振器形成方向 (図 5 の紙面の法線方向) と平行方向にストライプ状のリッジを形成しており、該リッジの両側部には n 型 AlGaAs 電流狭窄層 28 が配されている。ここでリッジは、p 型 AlGaAs クラッド層 24 をその一部に含んでいても良い。さらに、リッジ谷部の n 型 GaAs 基板の一部に窓 53 を形成して、リッジ頂部の p 型 GaAs コンタクト層 25 及び n 型 AlGaAs 電流狭窄層 28 の一部の上にも窓 54 を形成し、またそれ以外の多層構造体の頂部を絶縁層 16 が覆っている。そして、窓 53 を介して、Au-Ge 合金電極層 33 が n 型 GaAs 基板 21 上に配されている。また、窓 54 を介して、p 型 GaAs コンタクト層 25 上に Cr 電極層 34、Pt 中間層 37 が配されている。さらに、Cr 電極層 34 及び Pt 中間層 37 を電流狭窄層 28 上に封止するようにして Au-Ge 合金層 33a が配されている。さらに、Au-Ge 合金層 33a は、電流狭窄層 28 上に封止されるようにして絶縁層 16a が配されている。そして、Pd 電極層 38 が、電流狭窄層 28 の一部に接し且つ絶縁層 16a を覆って、窓 54 を埋めるようにして配されている。

## 【 0 0 1 6 】

そして、第 1 レーザ部の Ni/Au 電極層 36 と、第 2 レーザ部の Au-Ge 合金電極層 33 が Au-Sn 合金層 35 によって接続されている。また、第 1 レーザ部の Ti/Au 電極層 32 と、第 2 レーザ部の Pd 電極層 38 が Au-Sn 合金層 35 によって接続されている。

さらに、第 1 レーザ部の n 型 GaN 層 11 において、絶縁層 16 が配された面と反対側の面に Ti/Al 若しくは Ti/Au からなる電極 60 が配されている。同様に第 2 レーザ

部の n 型 GaAs 基板 21 において絶縁層 16 の配された面と反対側の面には Au-Ge 電極 61 が配されている。

## 【 0 0 1 7 】

かかる構成において、図 4 の等価回路に示すように、ダイオード  $D_2$  を形成する第 2 レーザ部の逆耐圧をダイオード  $D_{schott}$  によって補償することができるのである。図 4 の矢印  $I_2$  方向に電流が流れるように電圧が付加されたときを図 6 に示す。Au-Sn 合金層 35、Pd 電極層 38 を介して、電流狭窄層 28 に電流が流れる。ここで、Pd 電極層 38 は、n 型 AlGaAs 電流狭窄層 28 とショットキーダイオード  $D_{schott}$  を形成するが、順方向のバイアスであって、電流は、矢印 71 の方向に流れるのである。さらに、Au-Ge 層 33a と n 型 AlGaAs 電流狭窄層 28 は、オーミック接触であって、故に電流は、矢印 72 の方向に流れる。さらに、上述したように p 型 GaAs コンタクト層 25 には、P 型不純物がドーピングされていて、金属的な電気状態を有しているため、Cr 電極層 34 と p 型 GaAs コンタクト層 25 は、オーミック接触を形成し、電流は、矢印 73 の方向に流れる。以上のようにして、第 2 レーザ部に電流が流れるのである。

## 【 0 0 1 8 】

一方、図 4 の矢印  $I_1$  方向に電流が流れるように電圧が付加されたときは、第 1 レーザ部に電流が流れる。つまり、上述した Pd 電極層 38 と n 型 AlGaAs 電流狭窄層 28 からなるショットキーダイオードに逆方向のバイアス電流となるため、これを遮断する。かかる構成によって、例えば、GaN 系の第 1 レーザ部を動作させるために負荷される 3 (理論限界値) ~ 6 V といった、GaAs 系の第 2 レーザ部の保償逆耐電圧を越える電圧の負荷から第 2 レーザ部を保護できるのである。上述の如きショットキーダイオードを形成する構造は、第 1 レーザ部上に適宜、形成してもよい。

## 【 0 0 1 9 】

本発明による半導体レーザ素子は、第 1 及び第 2 レーザ部の組み合わせが、GaN 系レーザと GaAs 系レーザの組に限定されるものではない。例えば、AlInGaP 系レーザ、GaAs 系レーザ、GaN 系レーザ、InP 系レーザ等から選択される 2 つのレーザであってもよい。また、同一の材料系からなるレーザ素子を組み合わせても良い

。この場合、印加電圧の方向を変えることでレーザの発光位置をシフトできて好ましい。すなわち、材料系や特性の異なるレーザを適宜、選択して組み合わせることにより、波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なるレーザ光を印加電圧の方向を変えることで得ることが出来るのである。

#### 【 0 0 2 0 】

次に、以下に本発明による窒化物半導体レーザ素子の製造方法について詳述する。

図 7 に示すように、第 1 及び第 2 レーザ部の多層構造体を構成する第 1 多層構造体 1 及び第 2 多層構造体 2 は、有機金属気相成長法（MOCVD 法）によって、それぞれ別個に作製される。

#### 【 0 0 2 1 】

第 1 多層構造体 1 は、MOCVD 反応炉内にサファイア基板 10 を載置し、該炉内に原料ガスを順次導入して、n 型 GaN 層 11、n 型 AlGaIn クラッド層 12、活性層 13、p 型 AlGaIn クラッド層 14、p 型 GaN コンタクト層 15 を順に積層して得られる。

一方、第 2 多層構造体 2 は、n 型 GaAs 基板 21 上に、n 型 AlGaAs クラッド層 22、活性層 23、p 型 AlGaAs クラッド層 24、p 型 GaAs コンタクト層 25 を順に積層して得られる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 8 及び図 9 に示すように、第 1 及び第 2 多層構造体 1、2 の成膜面をストライプ状にマスクングして、第 1 多層構造体には RIE（反応性イオンエッチング）、第 2 多層構造体には化学エッチングを行ってリッジを形成する。マスクングされていない部分がエッチングされて、最後にマスクングを除去するとリッジとなるのである。このときリッジの長手方向、すなわち矢印方向 3 及び 3' がレーザの共振器を構成する方向であって、第 1 多層構造体 1 においては矢印方向 3 が n 型 GaN 層 11 の結晶の  $\langle 11-00 \rangle$  または  $\langle 11-20 \rangle$  方向となるように、第 2 多層構造体 2 においては矢印方向 3' が、GaAs 結晶の  $\langle 110 \rangle$  方向となるようにリッジを形成する。後述するように、第 1 及び第 2 多層構造体 1、2 は、互いに対向させて組み合わせたときに密着できるように、リッジの高さは第 1 及び第 2 多層構造体 1、2 とともに等しく、また第 1 多層構造体 1 のリッジの幅は、第 2 多層構造体



2のリッジ間の幅に、逆に第2多層構造体2のリッジの幅は、第1多層構造体1のリッジ間の幅となるようにする。

### 【0023】

さらに、第1多層構造体1のリッジの頂部1a及びリッジとリッジの間の谷部1b、第2多層構造体2のリッジの頂部2a及び谷部2bの一部をリッジの延在する方向にストライプ状のマスキングを施して、 $\text{SiO}_2$ をそれぞれその上から成膜して絶縁層16を形成する。最後にマスキングを除去して、第1多層構造体1のリッジの頂部1a及び谷部1bに、p型GaNコンタクト層15及びn型GaN層11がそれぞれ裸出する窓51及び52を形成する。また同様に第2多層構造体2のリッジの頂部2a及び谷部2bに、p型GaAsコンタクト層25及びn型GaAs基板21が裸出する窓部53及び54をそれぞれ形成する。

### 【0024】

第1多層構造体1の上には、さらに窓51を介してp型GaNコンタクト層15上にNi電極層31/Au中間層35a/Au-Sn合金層35を順に積層する。また、窓52を介してn型GaN層11上にTi/Au電極層32/Au中間層35a/Au-Sn合金層35を順に積層する。

第2多層構造体2の上には、窓53を介してn型GaAs基板21上にAu-Ge合金層33/Au中間層35aを、また、窓54を介してp型AlGaAs層25上にCr電極層34/Au中間層35aをこの順に積層する。この第2多層構造体2は、 $345^{\circ}\text{C}$ で5分間のアニールを行って、Au-Ge合金電極層33/n型GaAs基板21のアロイングを行ってオーミック性を改善する。

### 【0025】

以上のようにして調製した第1及び第2多層構造体1、2を、互いに成膜面に形成された窓51と53及び52と54とが対向するようにつきあわせて、すなわち第1多層構造体1のリッジの頂部1aと第2多層構造体2のリッジの谷部2bが、また第1多層構造体1のリッジの谷部1bと第2多層構造体2のリッジの頂部2aが対向するように組み合わせてジグ（図示せず）にてこれを圧着する。かかる場合において、第1及び第2多層構造体1、2にリッジの作製と同時にマーカ4及び4'をあらかじめエッチングによって設けておいて、これをつきあわせて位置決めを行うと精度良く圧着が出来て好ましい。

## 【 0 0 2 6 】

図10に示すように、ジグに第1及び第2多層構造体1、2を挟んで圧着したまま、窒素雰囲気若しくは窒素+水素（5～10%）雰囲気中でAu-Sn合金の共晶温度である278℃以上に加熱すると、Au中間層35aは、Au-Sn合金層35に取り込まれて第1及び第2多層構造体1、2を融着せしめられる。

次に、第1多層構造体1からラッピング装置で導電性を有しないサファイア基板10を削り取る。ここで、サファイア基板10の除去は、上下両面が鏡面のサファイア基板10を用いることにより、サファイア基板10の半導体層を積層された面と反対側の面から200～300nmの波長を有するレーザ光を当てる。該波長のレーザ光に対して、サファイアは透明であるが、GaNはこれを強く吸収するため、GaN／サファイア界面はレーザ光を吸収して発熱し、GaNは金属Gaと窒素に分解する。金属Gaの融点は室温程度であるため、基板を40℃程度に加熱すると金属Gaが溶解してサファイア基板10が剥がれるのである。こうして得られたサファイア基板10を取り除いた面を仕上げ研磨して、この上にチタン／金（チタン／アルミであってもよい）電極60を蒸着する。

## 【 0 0 2 7 】

また、導電性を有する第2多層構造体2のn型GaAs基板21は、導電性の観点からその厚さを薄くすることが好ましいが、一方で強度の低下をも考慮して、ラッピング装置で、その厚さを100μm程度になるまで研磨する。砥粒はアルミナ、シリコンカーバイト等が好ましい。研磨後、その表面を酸で少量だけエッチングして加工ダメージ層を除去し、この上にAu-Ge合金からなる電極61を蒸着する。電極のオーミック性改善のために300℃程度の温度で加熱処理を行う。この加熱処理の温度は、第1及び第2多層構造体1、2の融着の劣化が生じない程度の温度で行う。

## 【 0 0 2 8 】

図11に示すように、得られた第1及び第2多層構造体1、2の融着体、すなわちレーザウェハから半導体レーザチップ81を小割りする。第2多層構造体2の側を上にして、リッジの長手方向と平行に延在する端部にレーザ共振器の長さに相当するピッチでダイヤモンドのポイントでスクライブ82を入れる。スクライブ82

を基点にGaAs結晶及びGaN結晶の劈開を利用してバー状体83を得る。劈開面にはパッシベーション膜（兼反射コート）を施す。さらに、バー状体83にチップ毎にスクライブ84を入れて劈開してチップ81を得る。

【 0 0 2 9 】

以上のようにして得られた素子において、GaN及びGaAsの熱伝導率はそれぞれ1.3W/cmKと0.46W/cmKであるので、第1レーザ部側をマウント側にしてダイボンディングして放熱して用いることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

本発明によれば、波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なる発光特性を有する2つのレーザ光を印加電圧の方向を切り替えることで選択出射可能な半導体レーザ素子を安価且つ容易に提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の半導体レーザ素子の構造例を示す断面図である。

【図2】 本発明による半導体レーザ素子の構造を示す断面図である。

【図3】 図2の半導体レーザ素子の等価回路図である。

【図4】 本発明による他の半導体レーザ素子の等価回路図である。

【図5】 本発明による半導体レーザ素子の構造を示す断面図である。

【図6】 図5の半導体レーザ素子の第1及び第2レーザ部の接続部分の構造を示す拡大断面図である。

【図7】 リッジ形成前の第1及び第2多層構造体の断面図である。

【図8】 リッジ形成後の第1及び第2多層構造体の斜視図である。

【図9】 電極形成後の第1及び第2多層構造体の断面図である。

【図10】 レーザウェハの構造を示す断面図である。

【図11】 レーザウェハからレーザ素子を得る小割りの工程の斜視図である。

【主要部分の符号の説明】

- 1 第1多層構造体
- 2 第2多層構造体



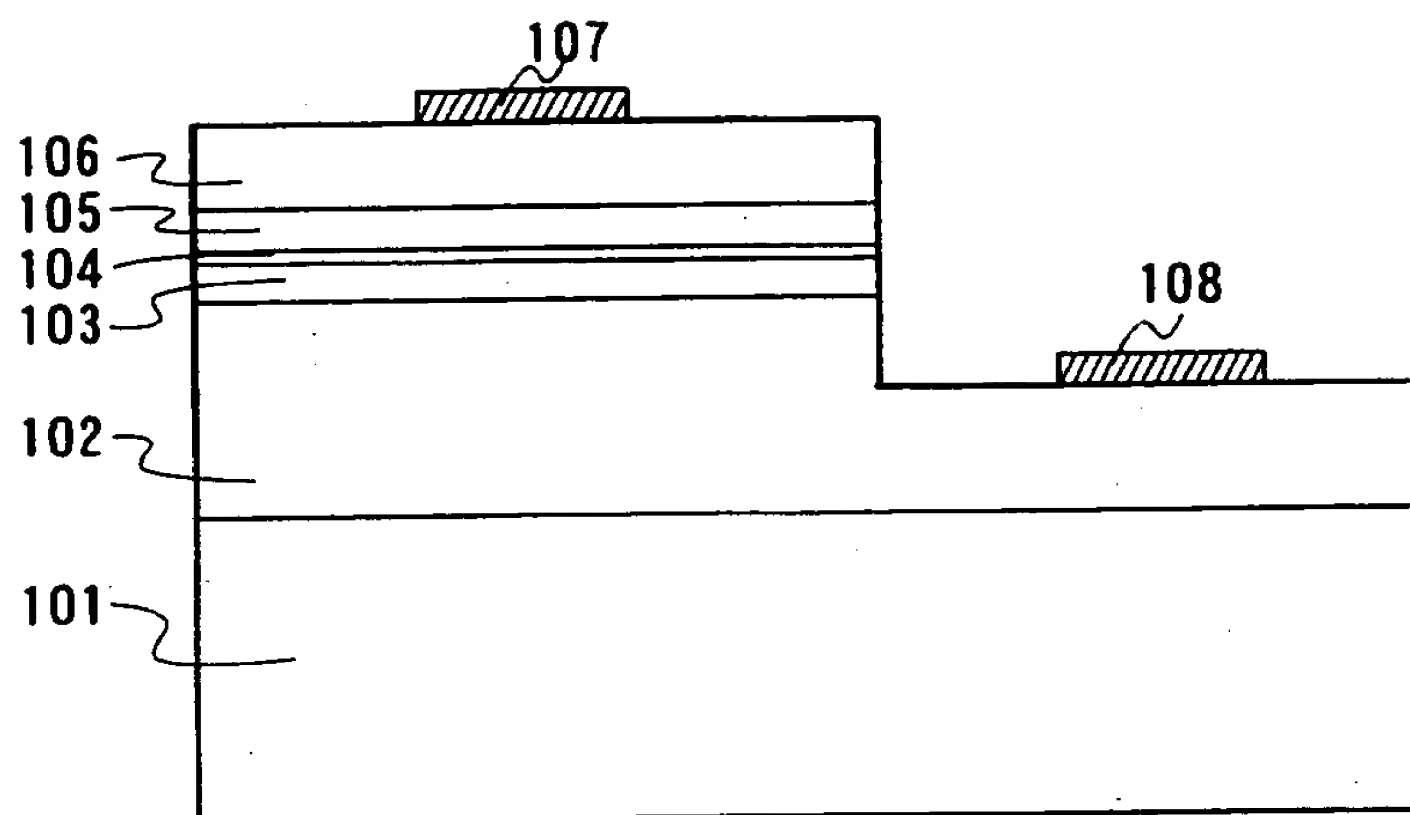
- 10 サファイア基板
- 11 n 型GaN層
- 12 n 型AlGa<sub>N</sub>クラッド層
- 13、23、104 活性層
- 14 p 型AlGa<sub>N</sub>クラッド層
- 15 p 型Ga<sub>N</sub>コンタクト層
- 16 絶縁層
- 17 n 型AlGa<sub>N</sub>ガイド層
- 18 p 型AlGa<sub>N</sub>ガイド層
- 22 n 型AlGa<sub>As</sub>クラッド層
- 24 p 型AlGa<sub>As</sub>クラッド層
- 25 p 型Ga<sub>As</sub>コンタクト層
- 26 n 型AlGa<sub>As</sub>ガイド層
- 31 ニッケル電極層
- 32 チタン-金電極層
- 33 金-ゲルマニウム合金電極層
- 34 クロム電極層
- 35 金-錫合金層
- 36 金中間層
- 37 白金中間層
- 38 パラジウム電極層
- 51、52、53、54 窓
- 60、61 電極
- 101 基板
- 102 n 型半導体層
- 103 n 型半導体クラッド層
- 105 p 型半導体クラッド層
- 106 p 型半導体コンタクト層
- 107 p 型電極

特平 1 1 - 0 5 6 1 0 1

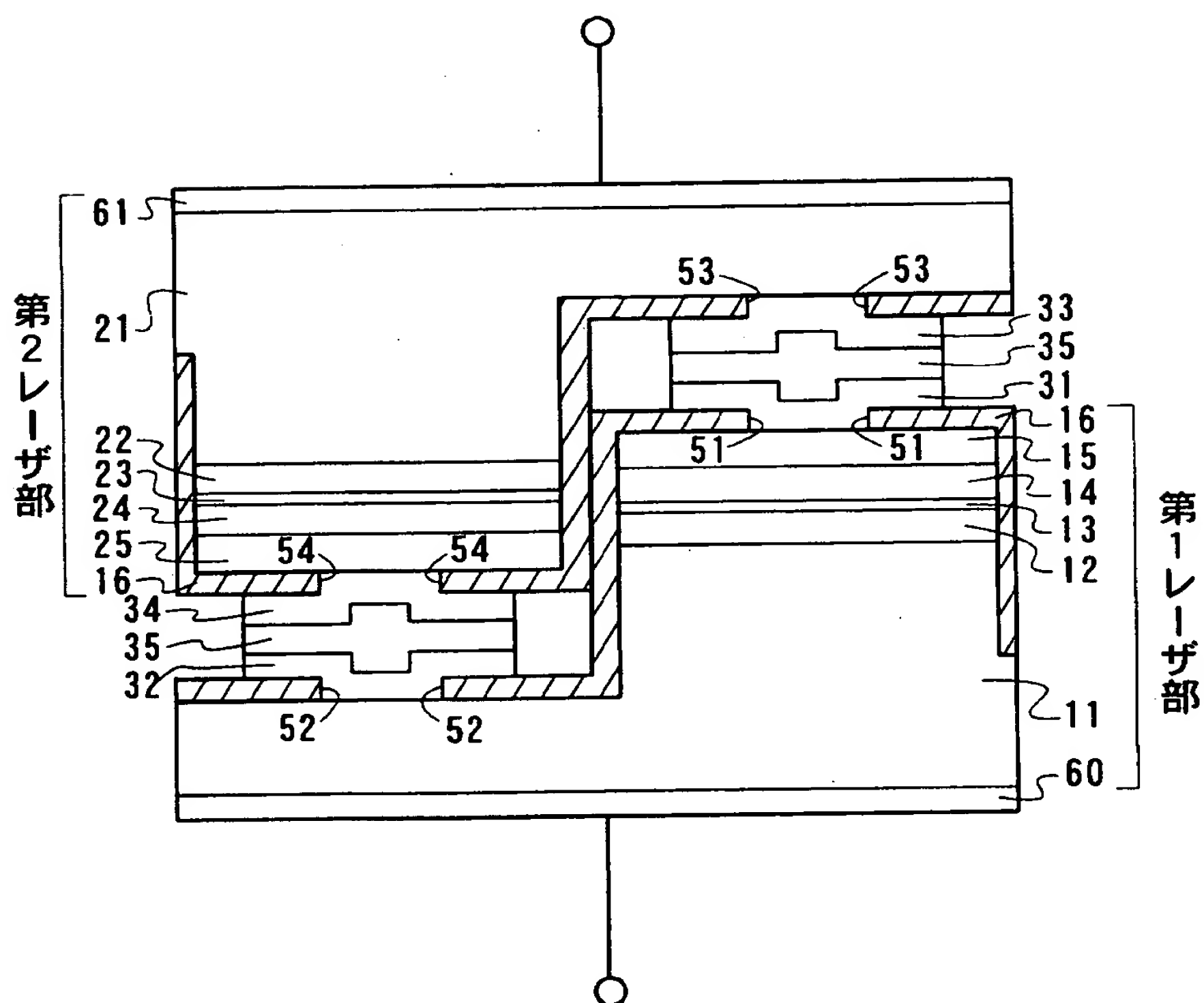
108 n 型電極

【書類名】 図面

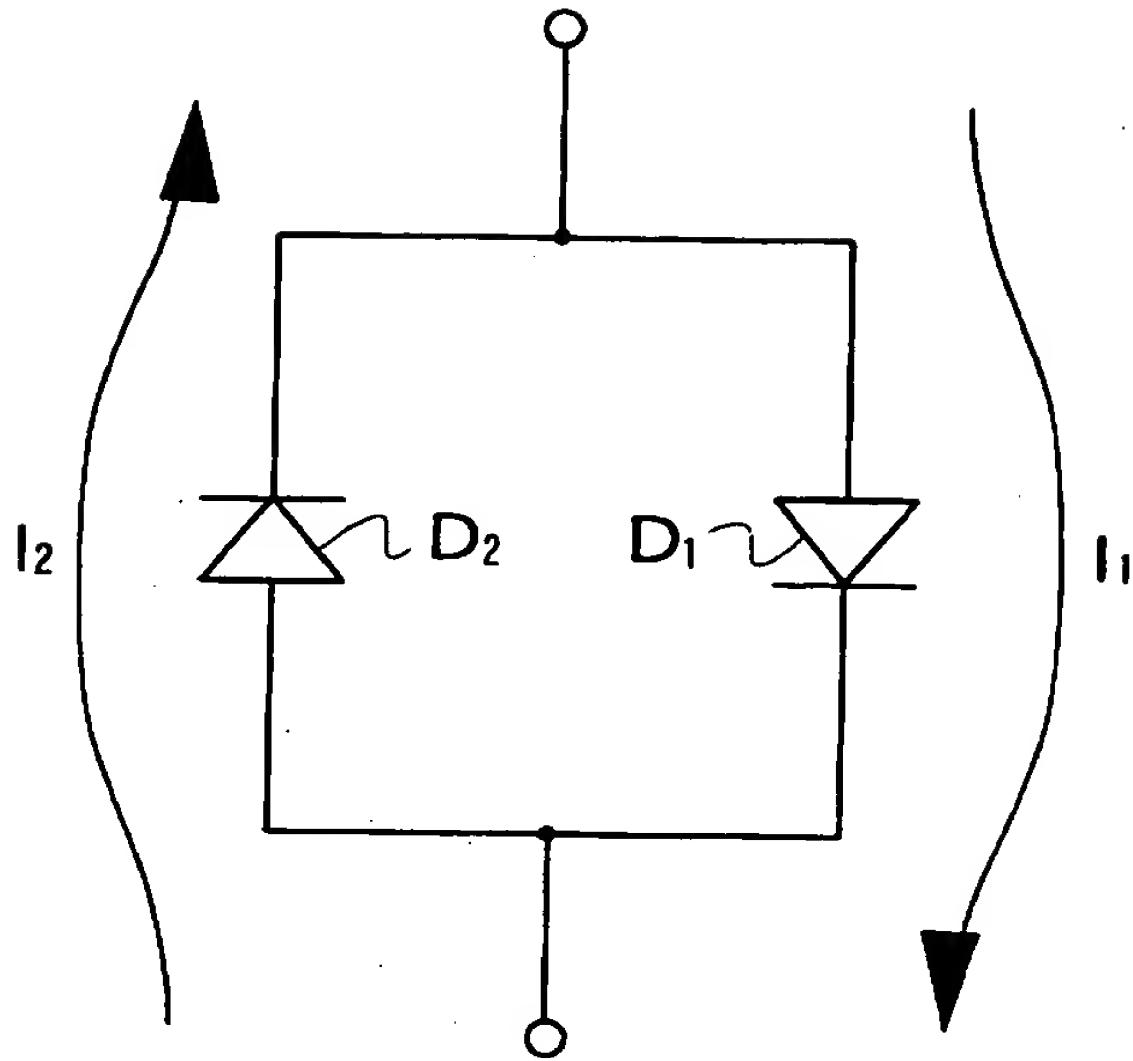
【図 1】



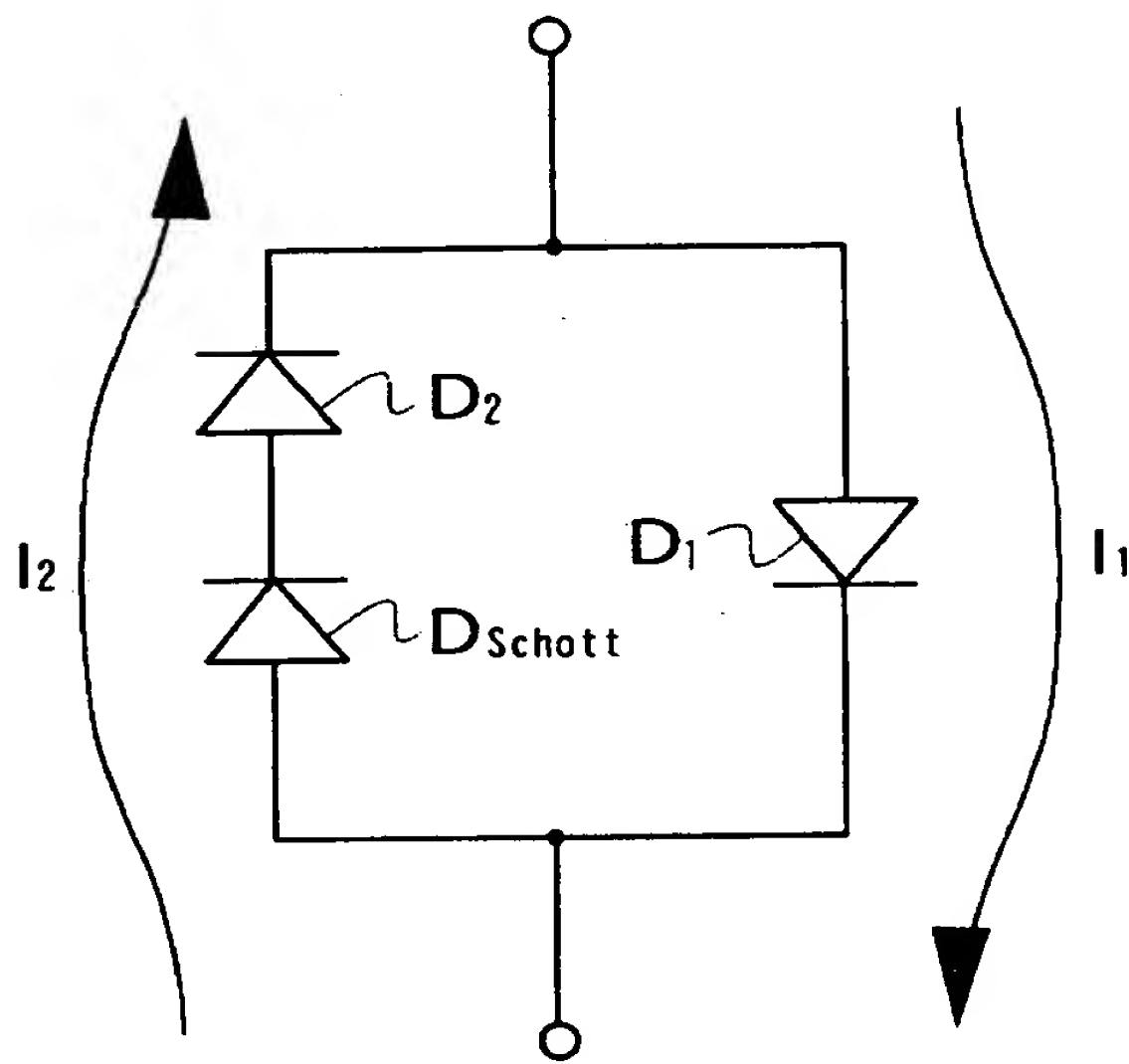
【図 2】



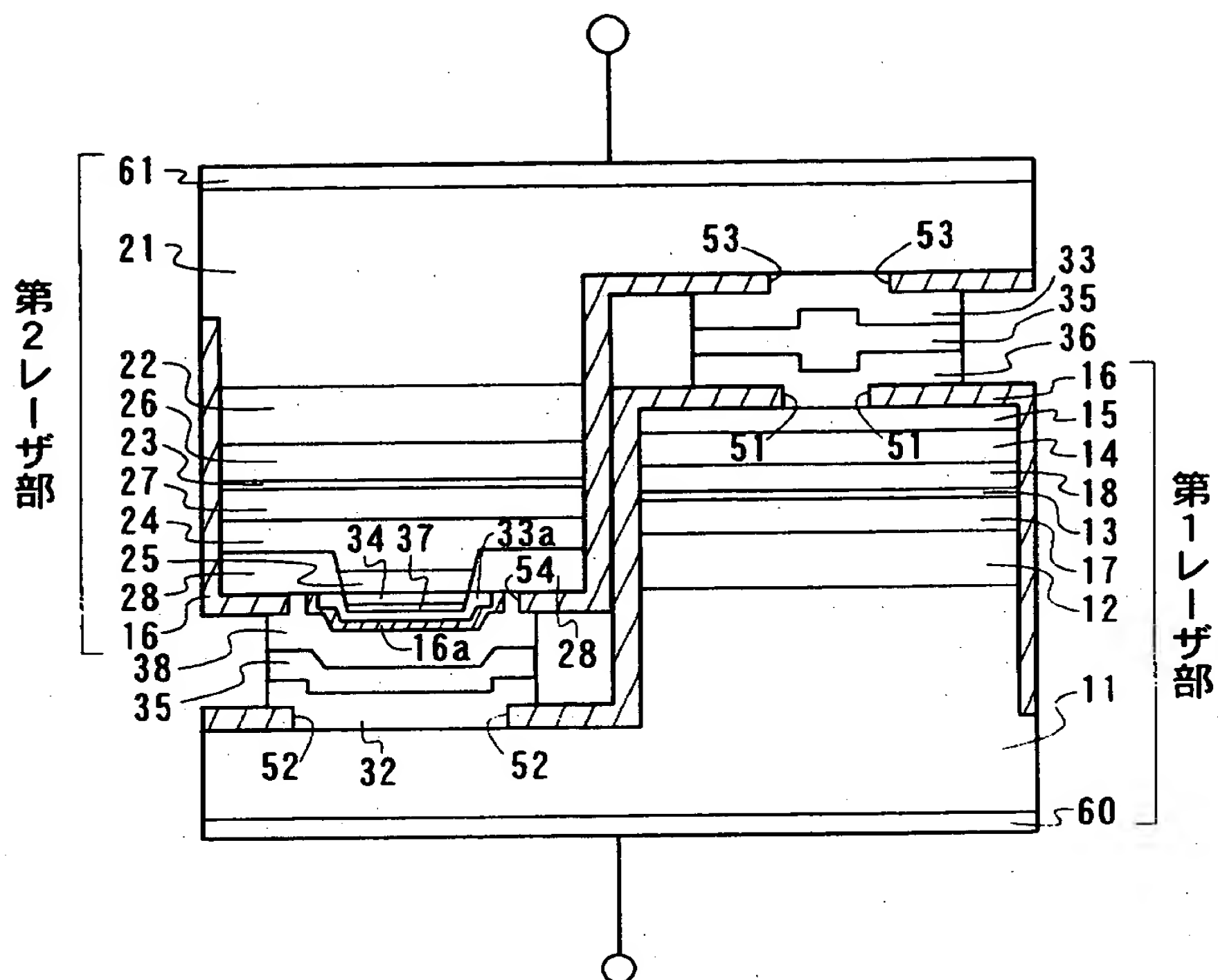
【图 3】



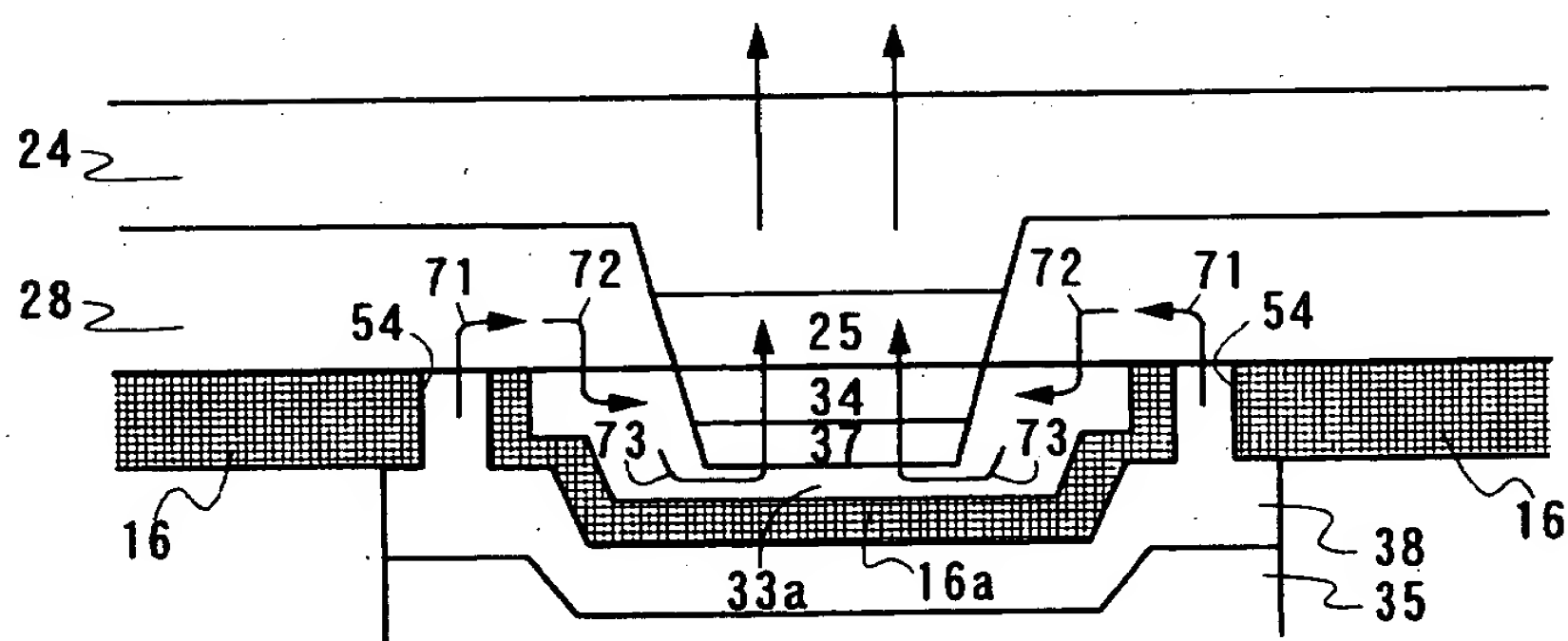
【图 4】



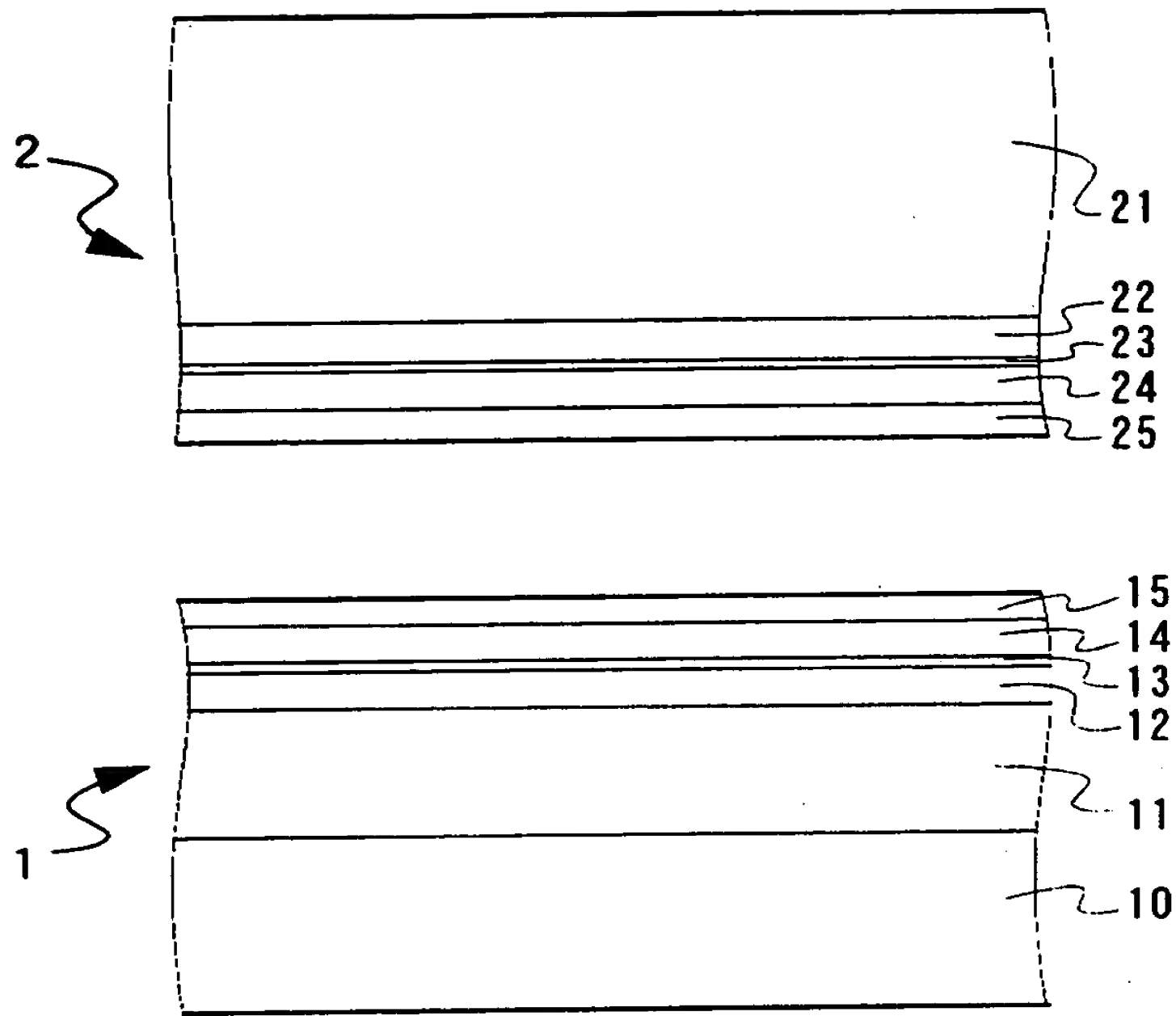
【図 5】



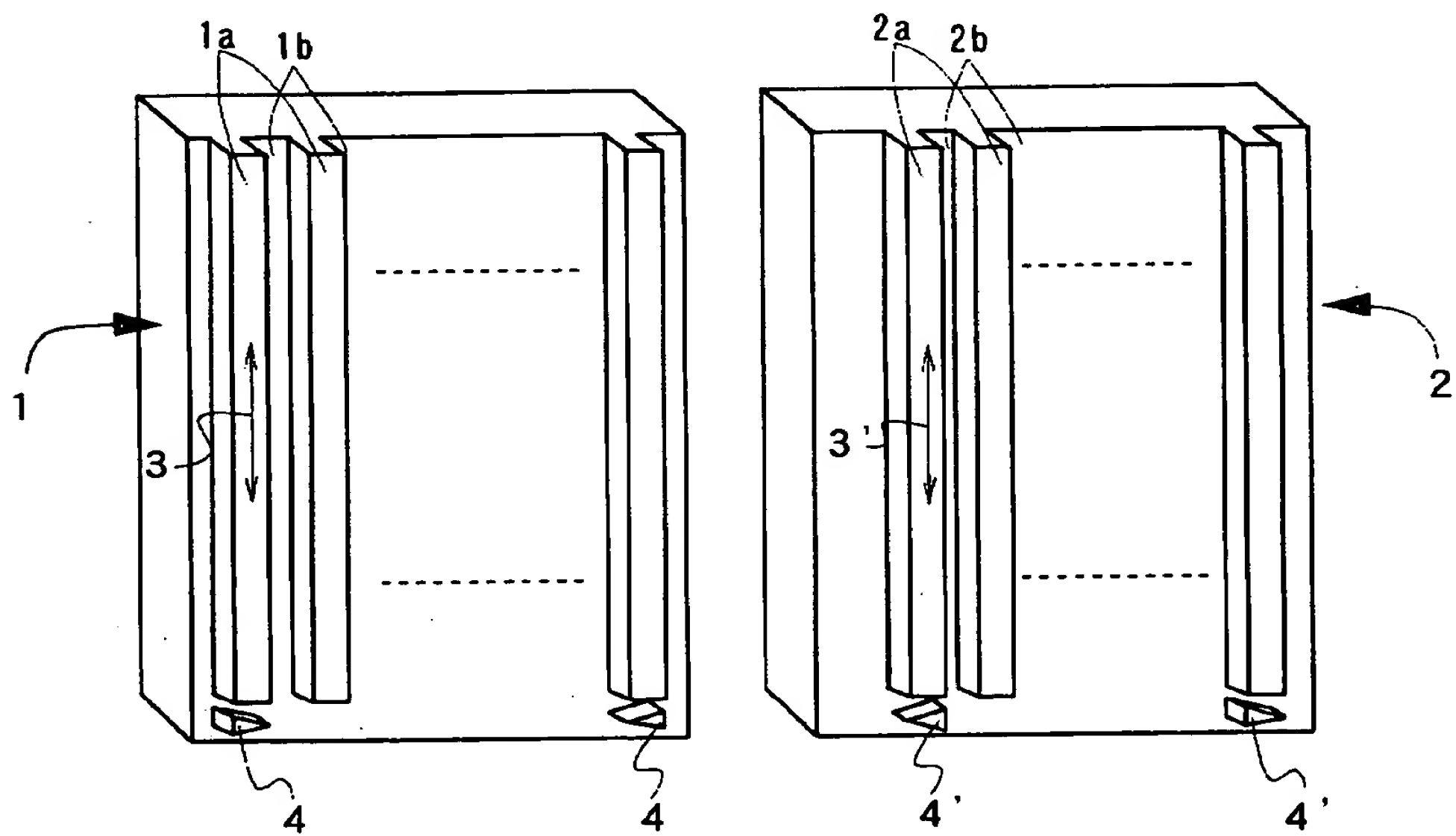
【図 6】



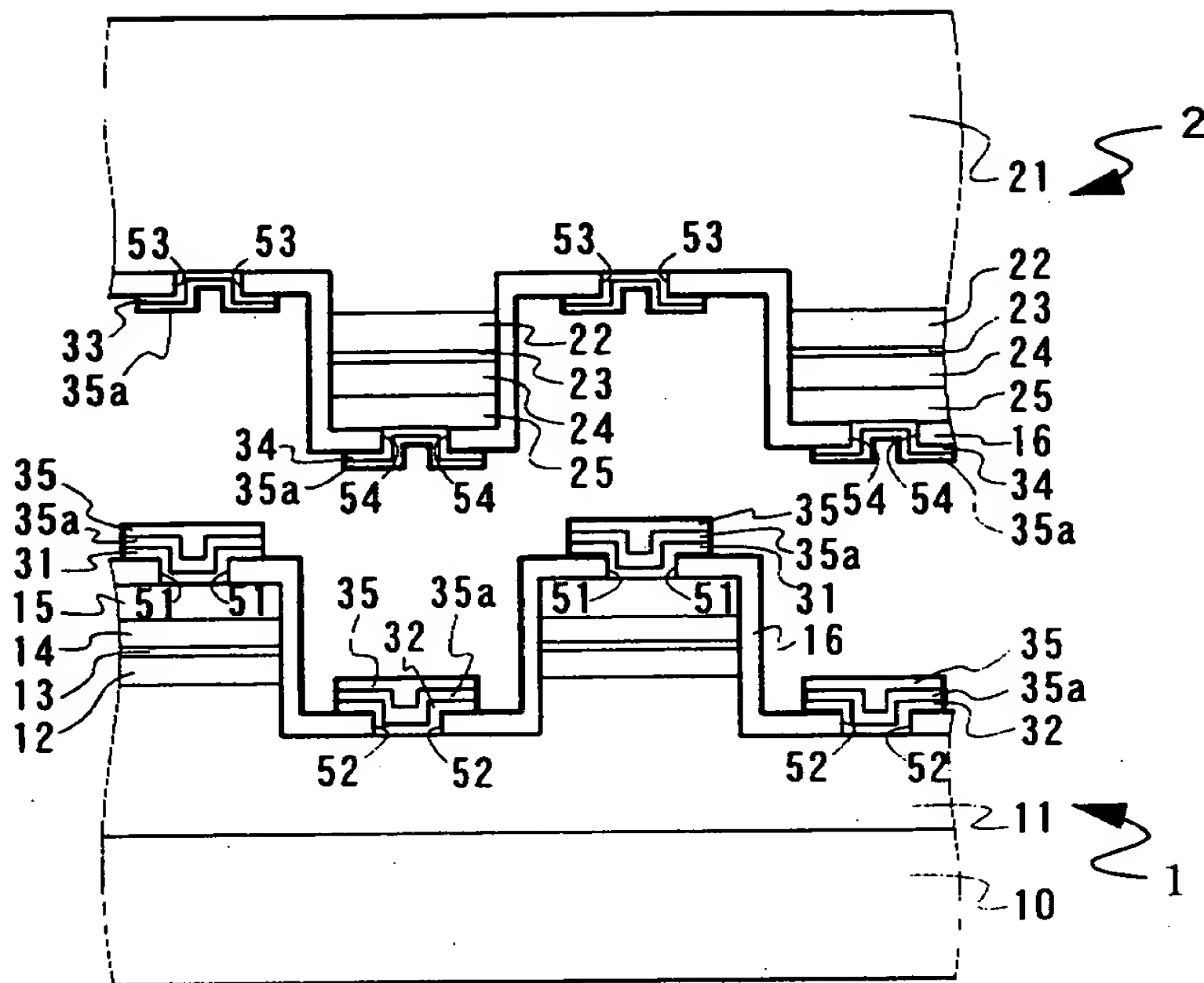
【図 7】



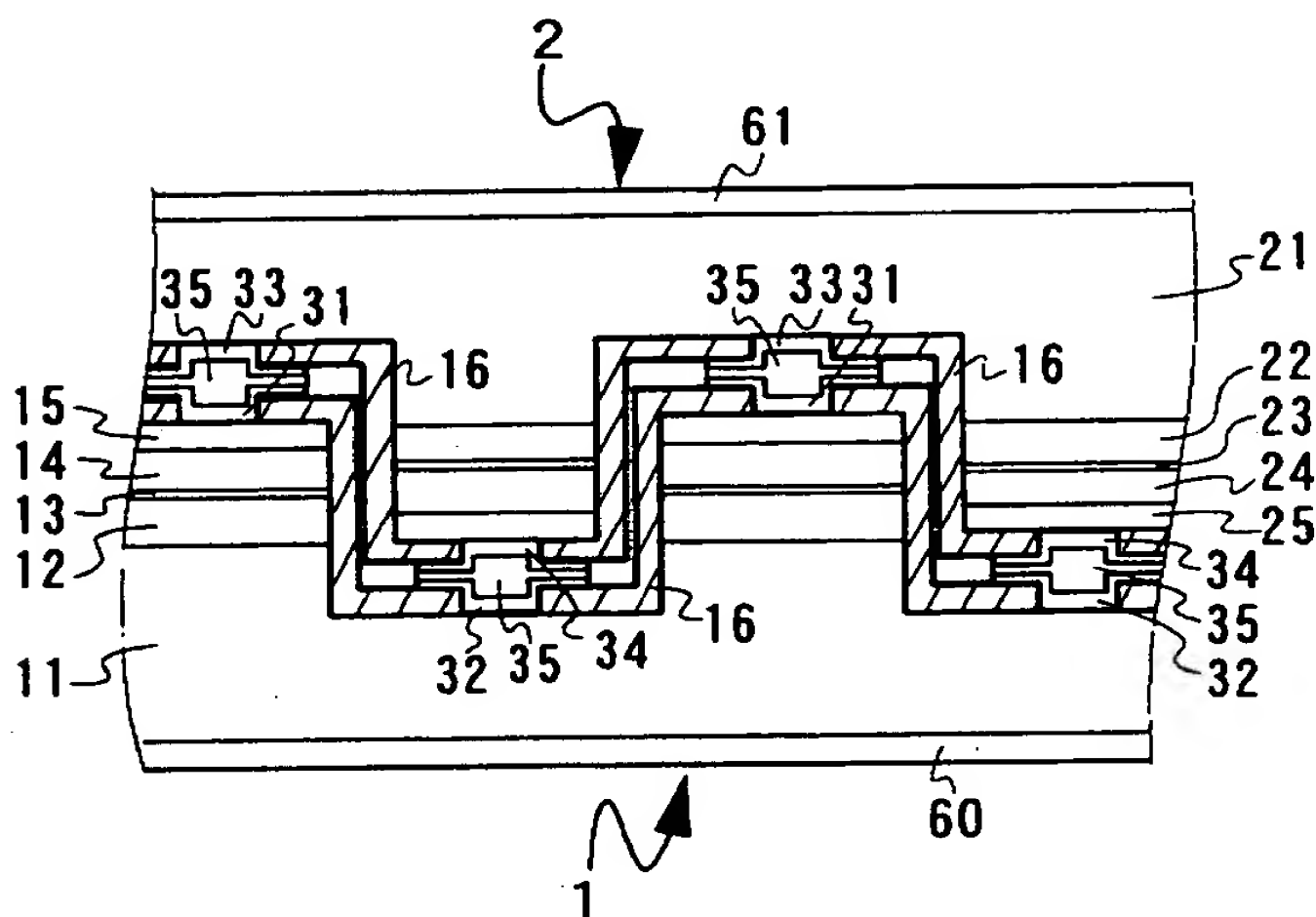
【図 8】



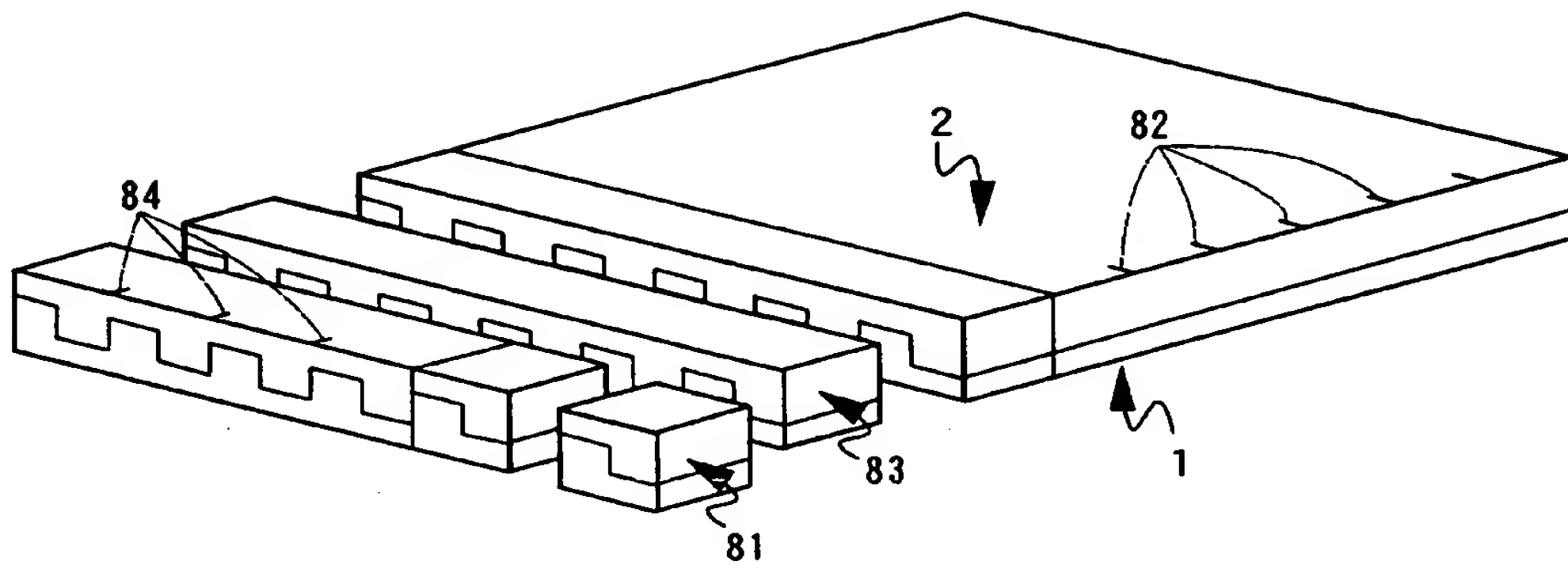
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長、発光点、ビーム形状、出射パワー、縦モード等の異なる発光特性を有する 2 つのレーザ光を印加電圧の方向を切り替えることによって選択出射可能な半導体レーザ素子を提供する。

【解決手段】 本発明による半導体レーザ素子は、少なくとも n 型半導体層、活性層、p 型半導体層の順に積層された多層構造体と、p 側電極及び n 側電極と、を有するリッジ型構造を有する第 1 及び第 2 レーザ部を含む半導体レーザ素子であって、前記第 1 レーザ部の p 側電極及び n 側電極がそれぞれ前記第 2 レーザ部の n 側電極及び p 側電極と電氣的に接続されていることを特徴とする。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
氏 名 パイオニア株式会社